

PENGOLAHAN DATA GPS KONTINYU JARINGAN SUGAR (SUMATRAN GPS ARRAY) UNTUK MENGAMATI DEFORMASI AKIBAT GEMPA CEKUNGAN WHARTON SUMATERA

Arliandy Pratama ^{*)}, Virgus Arisondang, Bambang Sudarsono

Teknik Geodesi Undip
Universitas Diponegoro-Semarang

^{*)} Email : arliandy.pratama@rocketmail.com

Abstrak

Lempeng samudera yang rapat massanya lebih besar ketika bertumbukkan dengan lempeng benua di zona tumbukan (subduksi) akan menyusup kebawah. Gerakan lempeng itu akan mengalami perlambatan akibat gesekan dari selubung bumi. Perlambatan Gerak tersebut menyebabkan penumpukkan energi di zona subduksi zona patahan. Akibatnya di zona-zona tersebut terjadi tekanan, tarikan, dan pergeseran. Oleh karena itu Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui salah satu poses pengolahan data GPS Sugar yang tersebar di sepanjang sumatera pada waktu sebelum dan sesudah terjadi gempa di Laut disekitar zona subduksi Sumatera dan mengetahui proses vektor pergeseran dari plotting time series pada data pengamatan stasiun GPS Sugar. Adapun manfaat dalam penelitian ini yaitu, memberikan Informasi terkait zona subduksi sumatera sebagai salah satu indikator tektonik untuk mitigasi bencana gempa bumi dimasa yang akan datang dan sebagai salah satu pedoman pemodelan dalam mengidentifikasi tsunami akibat gempa. Metodologi penelitian dilakukan dengan mendownload data pengamatan GPS Continous Sugar (Sumatran GPS Array) yang terpasang dan terinstal disepanjang pulau sumatera dan pulau-pulau sekitar batas lempeng samudera. Data yang digunakan yaitu stasiun UMLH (Ujung Muloh) dengan jenis data RINEX yang didownload dari stasiun pengamatan EOS (Earth Observatory Singapore) yang bekerjasama dengan LIPI. Data yang tersedia berupa data rinex yang kemudian diolah dan dianalisis dengan perangkat lunak GAMIT. Pada Pengolahan data GPS Sugar pada stasiun UMLH (Ujung Muloh) Provinsi Aceh dapat ditarik kesimpulan pengaruh gempa Mw 8.7 dan Mw 8.2 Pergeseran K arah Utara (X) sebesar 9.8 Cm, Pergeseran K arah Timur (Y) sebesar 16.7 Cm, untuk koordinat Z sumbu Pergeseran mempengaruhi ketelitian terhadap tinggi Alat dengan perhitungan satelit sebesar 4.3 Cm.

Kata Kunci : GPS, Sugar (Sumatran GPS Array), Deformasi

1. Pendahuluan

Struktur geologi wilayah Indonesia saat ini terjadi sebagai akibat interaksi 3 lempeng utama dunia, yaitu Lempeng Samudra Pasifik yang bergerak ke arah barat-baratlaut dengan kecepatan sekitar 10 cm per tahun, Lempeng Samudra India-Benua Australia (Indo-Australia) yang bergerak ke utara-timurlaut dengan kecepatan sekitar 7 cm per tahun, serta Lempeng Benua Eurasia yang relatif diam, namun *resultante* system kinematikanya menunjukkan gerakan ke arah baratlaut dengan kecepatan mencapai 13 cm per tahun (Badan Geologi Department ESDM, 2009).

Lempeng samudera yang rapat massanya lebih besar ketika bertumbukkan dengan lempeng benua di zona tumbukan (subduksi) akan menyusup kebawah. Gerakan lempeng itu akan mengalami perlambatan akibat gesekan

dari selubung bumi. Perlambatan Gerak tersebut menyebabkan penumpukkan energi di zona subduksi zona patahan. Akibatnya di zona-zona tersebut terjadi tekanan, tarikan, dan pergeseran. Pada saat batas elastisitas lempeng terlampaui, maka terjadilah patahan batuan yang diikuti oleh lepasnya energi secara tiba-tiba. Proses ini menimbulkan getaran partikel kesegala arah yang disebut gelombang gempa bumi. Gempa bumi yaitu suatu peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi di dalam bumi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi. Akumulasi energi penyebab terjadinya gempabumi dihasilkan dari pergerakan lempeng-lempeng tektonik. Energi yang dihasilkan dipancarkan kesegala arah berupa gelombang gempabumi sehingga efeknya dapat dirasakan sampai ke permukaan bumi (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika).

Kepadatan material pada kerak samudera (Lempeng Indo-Australia) lebih tinggi dibanding kepadatan material pada kerak benua (Lempeng Eurasia) dan elemen-elemen zat pada kerak benua, kondisi fisik ini menyebabkan Lempeng Indo-Australia terdorong kebawah Lempeng Eurasia seperti yang telah diungkapkan yang sebelumnya. Gambar diatas menunjukkan wilayah suatu lempeng samudera terdorong kebawah lempeng benua yang disebut dengan zona subduksi.

Bisa jadi gempa bumi mempunyai sifat berulang, suatu gempa yang terjadi diwaktu tertentu mungki akan terulang lagi dimasa yang akan datang dalam periode waktu tertentu, istilah inilah yang dinamakan dengan siklus gempa bumi (Earthquake cycle, Andreas 2007).

2. Dasar Teori

2.1 Deformasi

Deformasi dalam konteks pergerakan lempeng adalah perubahan dan pergerakan titik-titik yang diletakkan pada lempeng yang akan diamati pola deformasinya dalam selang waktu tertentu sehingga dapat menunjukkan adanya perubahan dalam besaran tertentu.

Analisis deformasi bertujuan untuk menentukan kuantitas pergeseran dan parameter-parameter deformasi yang memiliki karakteristik dalam ruang dan waktu [Chrznowski et al., 1986]. Parameter deformasi ini didapat dari hasil pergeseran koordinat titik objek dalam pengamatan yang dilakukan berkala maupun kontinu.

2.2 Pengukuran GPS

Secara garis besar metode penentuan posisi GPS ditentukan dengan 2 cara yaitu, absolute positioning dan relative positioning. Ketelitian GPS bervariasi dimulai dari hitungan ketelitian meter-milimeter, tergantung metode dan keperluan yang akan digunakan.

Penentuan posisi absolut dengan menggunakan data pseudorange pada prinsipnya adalah metode penentuan dasar yang didesain untuk GPS oleh pihak pengelolaan satelit (DoD, Amerika Serikat). Dalam hal ini ada dua level ketelitian yang diberikan oleh GPS, yaitu yang dinamakan SPS (Standard Positioning Service) dan PPS (Precise Positioning Service). Ketelitian posisi yang diperoleh sangat bergantung pada tingkat ketelitian data serta geometri dari satelit. Aplikasi utama dari metode ini adalah untuk keperluan navigasi atau aplikasi-aplikasi lain yang memerlukan informasi posisi yang tidak terlalu teliti tapi tersedia secara instan (real time), seperti untuk keperluan reconnaissance dan ground truthing.

Penentuan posisi secara diferensial dapat diaplikasikan secara statis maupun kinematik dengan menggunakan data

pseudorange dan/atau fase. Aplikasi utama dari penentuan posisi diferensial antara lain adalah survei pemetaan, survei geodesi, serta navigasi berketelitian menengah dan tinggi. Metode-metode survei dengan GPS yang diaplikasikan saat ini, seperti metode statik, statik singkat, pseudo-kinematik, dan stop and go, juga didasarkan pada metode penentuan posisi secara diferensial.

Dalam penentuan posisi secara diferensial, ada beberapa aplikasi yang menuntut informasi posisi real-time secara instan (real-time). Untuk melayani aplikasi-aplikasi tersebut saat ini tersedia dua sistem yang umumnya dikenal dengan nama DGPS (Differential GPS) dan RTK (Real Time Kinematic).

3. Metode

3.1 Alat dan Bahan

Software Pendukung :

1. GAMIT
2. Topcon Tools V.8.2.3
3. Suffer
4. Matlab 7.0
5. Opus/AutoGipsy GPS Process Online

Data Penelitian :

1. Stasiun UMLH
 - Stasiun ID : UMLH (Ujung Muloh)
 - Tipe : Continously GPS
 - Propinsi : Aceh
 - Koordinat : XYZ (m) -591181.29
6325934.6055 ; 558034.6692
 - Antenna Receiver : ASH701945B_M
 - Epoch Rec : 15 Sec

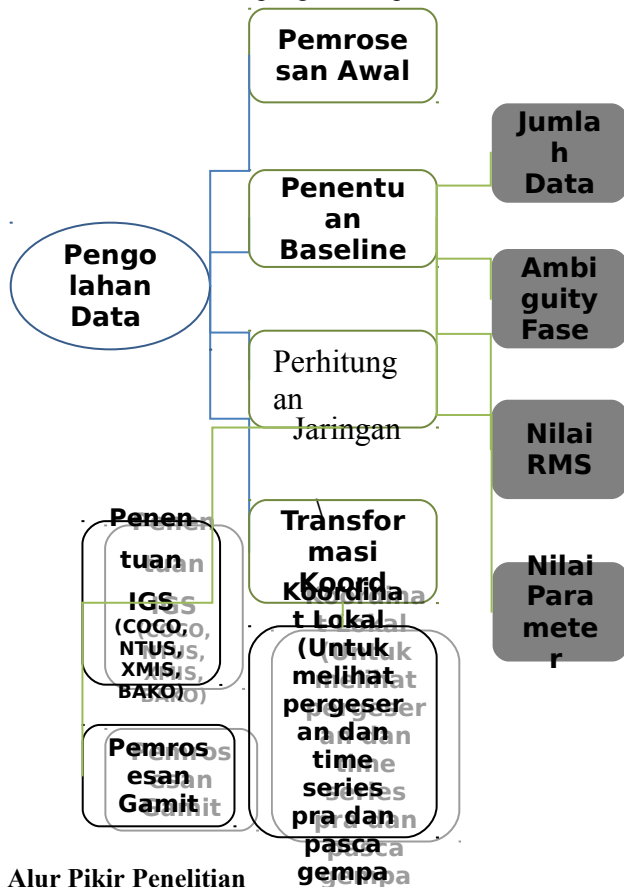
3.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan mengoreksi kesalahan Jam satelit, pemecahan nilai ambiguity phase, orbit satelit, multipath, kesalahan ionosfir dan troposfir sebagaimana yang dimaksudkan [Zainal Abidin, 2006] dalam mengeliminir nilai kesalahan direduksi dengan mengoreksi data hasil pengamatan dengan parameter-parameter agar didapatkan hasil pengukuran yang teliti.

3.3 Pengolahan Software Gamit

Gamit adalah kumpulan program untuk mengolah data fase untuk memperkirakan posisi relatif tiga dimensi stasiun bumi dan orbit satelit, penundaan zenith atmosfer, dan parameter orientasi bumi. Perangkat lunak ini dirancang untuk berjalan di bawah sistem operasi UNIX. GLOBK adalah filter Kalman yang tujuan utamanya

adalah untuk menggabungkan berbagai solusi geodesi seperti GPS, VLBI, dan percobaan SLR. Ia menerima sebagai data, atau "quasi-pengamatan" perkiraan dan matrices kovarians untuk koordinat stasiun, parameter bumi-orientasi, parameter orbital, dan posisi sumber yang dihasilkan dari analisis pengamatan primer.

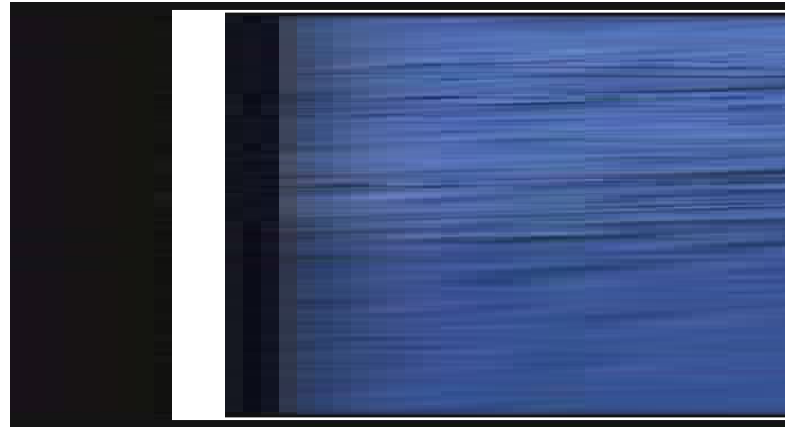


Alur Pikir Penelitian

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Gempa 11 April 2012

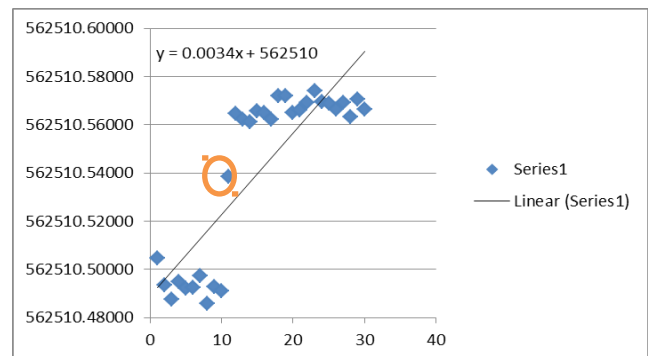
Yang menjadi subjek penelitian kali ini yaitu, Gempa yang terjadi dua kali yang berkekuatan Mw 8.7 dan Mw 8.2 yang terletak sekitar 120 Km zona subduksi Sumatera (330 Km Barat daya Aceh). Dalam penelitian ini gempa yang terjadi pada tanggal 11 April 2012 dijadikan subjek untuk melihat pergeseran salah satu stasiun SuGAR (UMLH) yang terletak di Provinsi Aceh yang cukup dekat dengan posisi gempa tersebut.



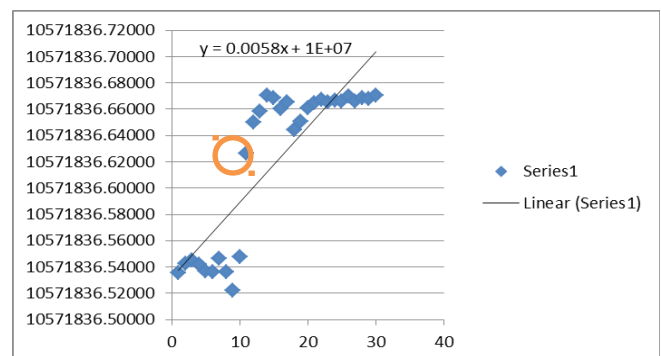
Gambar lokasi gempa

4.2 Analisa Perubahan Koordinat

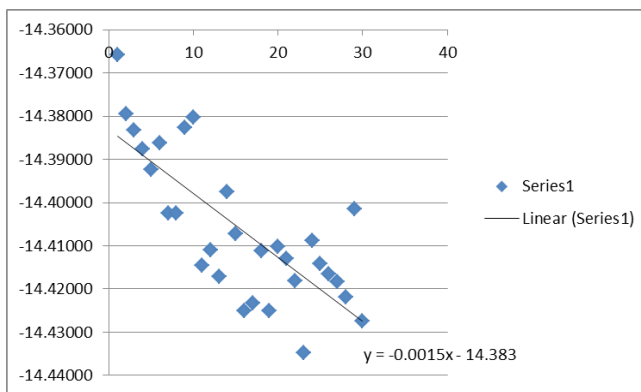
Sistem koordinat geografi digunakan untuk menunjukkan suatu titik di Bumi berdasarkan garis lintang dan garis bujur. Maka untuk melihat pergeseran yang terjadi pada penelitian ini digunakanlah koordinat lokal yang dalam pengolahannya diikatkan pada stasiun IGS (International GNSS Service) dengan stasiun : COCO ; XMIS ; BAKO dan NTUS. Koordinat lokal olahan GPS yang telah dikoreksi terhadap satelit orbit, jam satelit dan kesalahan cycleslips dan pemecahan ambiguitas fase seperti table koordinat pada bagian sebelumnya di 4.1.



Grafik 1. Time series pergeseran koordinat X



Grafik 2. Time series pergeseran koordinat Y



Grafik 3. Time series pergeseran koordinat Z

Dalam pergeseran ini terlihat data ke-11 (Point 11) dalam lingkaran merupakan data pada saat terjadi gempa yaitu pada tanggal 11 April 2012. Data ke-1 sampai ke-30 merupakan data yang urut berdasarkan jumlah hari dan tanggal dalam bulan april. Titik ke-11 mengalami pergeseran yang cukup jauh baik terlihat dalam plotting time series koordinat X, koordinat Y, sedangkan untuk koordinat Z perubahan yang cukup signifikan terlihat bergeser pasca gempa berkekuatan Mw 8.7 dan Mw 8.2 yang terletak sekitar 120 Km zona subduksi Sumatera (330 Km Barat daya Aceh).

4.3 Pergeseran Koordinat

Sistem koordinat geografi digunakan untuk menunjukkan suatu titik di Bumi berdasarkan garis lintang dan garis bujur. Maka untuk melihat pergeseran yang terjadi pada penelitian ini digunakanlah koordinat lokal yang dalam pengolahannya diikatkan pada stasiun IGS (International GNSS Service) dengan stasiun : COCO ; XMIS ; BAKO dan NTUS. Koordinat lokal olahan GPS yang telah dikoreksi terhadap satelit orbit, jam satelit dan kesalahan cycleslips dan pemecahan ambiguitas fase.

Table 6. Vektor pergeseran X

Variabel	$y = 0,003380x + 562510,489057$	
a	0.00338	0.00338
b	562510.4891	562510.4891
X (hari)	1	30
	562510.4924	562510.5905
		0.09802

Nilai 0.09802 merupakan nilai pergeseran dari simpangan Y, yang dihitung dari $0,003380$ dikalikan dengan variable X nya ditambahkan nilai b sehingga $0,003380 \times 1 + 562510.4891$ sehingga muncul nilai baru yaitu 562510.4924 sama halnya dengan variable a sehingga hasil dari variable b dikurangkan dengan variable a, diperoleh vector pergeseran koordinat X sebesar 9,8 Cm.

Table 7. Vektor pergeseran Y

Variabel	$y = 0,005754x + 10571836,531453$	
a	0.005754	0.005754
b	10571836.53	10571836.53
X (hari)	1	30
	10571836.54	10571836.7
		0.166866001

Nilai 0.005754 merupakan nilai pergeseran dari simpangan Y, yang dihitung dari 0.005754 dikalikan dengan variable X nya ditambahkan nilai b sehingga $0.005754 \times 1 + 10571836,53$ sehingga muncul nilai baru yaitu 10571836.54 sama halnya dengan variable a sehingga hasil dari variable b dikurangkan dengan variable a, diperoleh vector pergeseran koordinat Y sebesar 16.7 Cm.

Table 8. Vektor pergeseran Z

Variable	$y = -0,001475x - 14,383115$	
a	-0.001475	-0.001475
b	-14.383115	-14.383115
X (hari)	1	30
	-14.38459	-14.427365
		-0.042775

Nilai -0,001475 merupakan nilai pergeseran dari simpangan Y, yang dihitung dari -0,001475 dikalikan dengan variable X nya ditambahkan nilai b sehingga $-0,001475 \times 1 + -14.383115$ sehingga muncul nilai baru yaitu -14.38459 sama halnya dengan variable a sehingga hasil dari variable b dikurangkan dengan variable a, diperoleh vector pergeseran koordinat Z (elevasi) sebesar 4.3 Cm.

5. Kesimpulan

Pada Pengolahan data GPS SuGAr pada stasiun UMLH (Ujung Muloh) Provinsi Aceh dapat ditarik kesimpulan pengaruh gempa Mw 8.7 dan Mw 8.2 :

1. Pergeseran K arah Utara (X) sebesar 9.8 Cm
2. Pergeseran K arah Timur (Y) sebesar 16.7 Cm
3. Untuk koordinat Z sumbu Pergeseran mempengaruhi ketelitian terhadap tinggi Alat dengan perhitungan satelit sebesar 4.3 Cm

References

- [1] Abidin, H.Z. 2001. *Geodesi Satelit*. PT Pradnya Paramita. Jakarta
- [2] Abidin, H.Z. 2007. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. PT Pradnya Paramita. Jakarta

- [3] Abidin, H.Z. 2007. *Survey satelit 1-10*. Dokumentasi PDF Perkuliahan
- [4] Adiyanto, FH, 2010, *Aplikasi Continuously Operating Reference Station (CORS) untuk Mendukung Program-Program Pertanahan*, Seminar Nasional GNSS-CORS, Yogyakarta
- [5] Data stasiun IGS. Alamat Website : <ftp://igsceb.jpl.nasa.gov/igsceb/data/format/rinex2.txt>
- [6] Direktorat Pengukuran Dasar, Deputi Survei, Pengukuran Dan Pemetaan , 2011, *Pengenalan CORS (Continuous Operating Reference System)*
- [7] Dora, L (2011). Analisis Deformasi Jembatan Suramadu Akibat Pengaruh Angin Menggunakan Metode Pengukuran GPS Kinematik. Surabaya : Jurusan Teknik Geomatika ITS
- [8] Imakiire, T. and Nakahori, Y. (2001). GPS Earth Observation Network (GEONET) of Japan, Technical Programme for the FIG Working Week 2001 6-11 May, Seoul, Korea
- [9] Maunder, D, 2007 , *An Investigation into the Establishment of a Continuously Operating GPS Reference Station at Dubbo City Council*, Central West NSW, University of Southern Queensland, Faculty of Engineering and Surveying Australia.
- [10] Maris, E. (2011). Studi Deformasi Jembatan Suramadu Akibat Pengaruh Traffic Load. Surabaya : Jurusan Teknik Geomatika ITS
- [11] Meng, Xiaolin. 2002. Thesis For The Degree Of Doctor Of Philosophy : Real Time Deformation Monitoring Of Bridges Using GPS/Accelerometers. University of Nottingham
- [12] Nugroho E.D, 2003, *Penggunaan Receiver Global Positioning System Tipe Pemetaan Untuk Pengukuran Objek Pajak Bumi Dan Bangunan*, Tesis S2, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- [13] PU Bina Marga, Sweroad, dan PT Bina Karya. 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia
- [14] Schofield, W., 2001, *Engineering Surveying*, Fifth edition, Butterworth-Heinemann, Linacre House Jordan Hill, Oxford, Great Britain.
- [15] Seeber, G. (1993) *Satellite Geodesy, Foundations, Methods and Applications*, Walter de Gruyter, Berlin, 531p.
- [16] Takasu, T. (2009) RTKLIB: Open Source Program Package for RTK-GPS, FOSS4G 2009 Tokyo, Japan, November 2, 2009
- [17] Wheeler, D. A. (2007) Why Open Source Software / Free Software (OSS/FS, FLOSS, or FOSS)? Look at the Numbers!, Sumber Online: http://www.dwheeler.com/oss_fs_why.html
- [18] Wieser, A., dan Brunner, F.K., 2002. "Analysis of Bridge Deformation using Continuous GPS Measurements". 2nd Conference of Engineering Surveying, Bratislava, November 2002, pp 45-52 last accessed: April 01, 2013